



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

**OCELOVÁ KONSTRUKCE SPORTOVNÍHO
HALOVÉHO OBJEKTU**

STEEL STRUCTURE OF THE SPORT HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miroslav Prokop

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. JINDŘICH MELCHER, DrSc.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby |
| Pracoviště | Ústav kovových a dřevěných konstrukcí |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|---|
| Student | Miroslav Prokop |
| Název | Ocelová konstrukce sportovního halového objektu |
| Vedoucí práce | prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc. |
| Datum zadání | 30. 11. 2016 |
| Datum odevzdání | 26. 5. 2017 |

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

V rámci zpracování zadaného úkolu budou použity platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových konstrukcí a mostů, zejména:

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová nosná konstrukce objektu sportovní haly pro volejbal. Uspořádání a rozměry budovy budou odvozeny z architektonických a koncepčních požadavků na objekt. Celkové půdorysné rozměry objektu jsou rámcově 25 x 34 m. Z hlediska klimatického zatížení spadá konstrukce do lokality: Brno.

Základní přílohy práce:

Technická zpráva;

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce (dle specifikace vedoucího);

Výkresová dokumentace (dle specifikace vedoucího).

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem ocelové sportovní haly. Půdorysné rozměry velké lodě jsou 36 x 20 m se světlou výškou 9 m. Menší hala má půdorysné rozměry 36 x 5 m a světlou výšku 3 m. Zastřešení je provedeno z příhradových vazníků uložených na vetknutých sloupech. Ztužení je provedeno střešními a příčnými ztužidly. Materiál hlavních nosných prvků je z oceli S355. Konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sloup, příhradový vazník, ocelová konstrukce, sportovní hala.

ABSTRACT

This thesis presents a construction of a steel sport hall. The dimensions of the hall's ceiling are 36 x 20 m with headroom highlight of 9 m. The smaller hall measures 36 x 5 m and its headroom highlight is 3 m. The roof is made of trusses which are lain on columns. The bracing of the construction is provided by roof and transverse stiffeners. The main bearing parts are made of steel S355. The construction proposal adheres to the ČSN EN norms.

KEYWORDS

Sports hall, steel structure, truss beam, columns.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

PROKOP Miroslav, *Ocelová konstrukce sportovního halového objektu*. Brno, 2017. 16 s., 82 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2017

Miroslav Prokop
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2017

Miroslav Prokop
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Mé díky patří vedoucímu práce prof. Ing. Jindřichu Melcherovi, DrSc., za objasnění problematiky navrhování ocelových konstrukcí a vhodné připomínky. Dále také mému kolegovi Adamu Bártů za odborné rozpravy.

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc.

Autor práce Miroslav Prokop

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Ocelová konstrukce sportovního halového objektu

Název práce v anglickém jazyce Steel structure of the sport hall

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze PDF

Abstrakt práce Tato bakalářská práce se zabývá návrhem ocelové sportovní haly. Půdorysné rozměry velké lodě jsou 36 x 20 m se světlou výškou 9 m. Menší hala má půdorysné rozměry 36 x 5 m a světlou výšku 3 m. Zastřešení je provedeno z příhradových vazníků uložených na vetknutých sloupech. Ztužení je provedeno střešními a příčnými ztužidly. Materiál hlavních nosných prvků je z oceli S355. Konstrukce je navržena dle platných norem.

Abstrakt práce v anglickém jazyce This thesis presents a construction of a steel sport hall. The dimensions of the hall's ceiling are 36 x 20 m with headroom highlight of 9 m. The smaller hall measures 36 x 5

m and its headroom highlight is 3 m. The roof is made of trusses which are lain on columns. The bracing of the construction is provided by roof and transverse stiffeners. The main bearing parts are made of steel S355. The construction proposal adheres norms.

Klíčová slova

Klíčová slova

v anglickém

jazyce

Sports hall, steel structure, truss beam, columns.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literatura

NEUFERT, Peter. *Navrhování staveb*. 2. české vyd. Praha: Consultinvest, 2000. ISBN 8090148662.

Normativní dokumenty

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: Český normalizační institut, 2006

ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, Praha: Český normalizační institut, 2006

Obsah práce

A. Průvodní dokument

1. Titulní list
2. Zadání VŠKP
3. Abstrakt a klíčová slova
4. Bibliografické citace
5. Prohlášení o původnosti VŠKP
6. Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy
7. Poděkování
8. Popisný soubor závěrečné práce
9. Seznam použité literatury
10. Obsah práce

B. Technická zpráva

C. Statický výpočet

D. Výkresová dokumentace

1. Dispozice
2. Výkres vazníku

E. Výstup ze statického programu



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miroslav Prokop

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. JINDŘICH MELCHER, DrSc.

BRNO 2017

Obsah

| | | |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1 | Úvod | 3 |
| 2 | Použité normy | 3 |
| 3 | Materiál | 3 |
| 4 | Zatížení | 4 |
| 5 | Popis konstrukce | 4 |
| 5.1 | Opláštění | 4 |
| 5.2 | Vaznice | 4 |
| 5.3 | Vazníky | 4 |
| 5.4 | Ztužidla | 4 |
| 5.5 | Sloupy | 5 |
| 5.6 | Povrchová úprava konstrukce | 5 |
| 5.7 | Údržba konstrukce | 5 |

1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout ocelovou sportovní halu. Rozměry byly zvoleny podle požadavků volejbalového hřiště a tribuny.

K hale přiléhá technická budova se šatnami a sociálním zařízením. Půdorysné rozměry sportovní haly jsou 36 x 20 m se světlou výškou 9 m. Dispozice menší haly byla určena na základě počtu diváků a rozměru hlavní haly. Půdorysné rozměry jsou 36 x 5 m se světlou výškou 3 m. Zastřešení hlavní haly je provedeno příhradovými vazníky uložených kloubově na vetknutých sloupech. Zastřešení menší haly je provedeno rámy připojenými na sloupy. Hlavní konstrukční materiál je ocel S355.

Výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí softwaru RFEM od společnosti Dlubal. Posudky hlavních nosných konstrukcí byly vypracovány na základě platných norem. K výpočtům byla přiložena výkresová dokumentace

2 POUŽITÉ NORMY

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: Český normalizační institut, 2006

ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, Praha: Český normalizační institut, 2006

STN EN 1993-1-1 Eurokód 3. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy

3 MATERIÁL

Materiál nosných prvků je ocel S355. Na styčnickové plechy je použit stejný materiál. Použité šrouby jsou pevnosti 4.8.

4 ZATÍŽENÍ

Brno se nachází ve větrné i sněhové oblasti II, klimatická zatížení byla vygenerována programem RFEM a ověřena dle eurokódů ČSN EN 1991 - 1-3 a ČSN EN 1991 -1-4. Do stálého zatížení je započtena vlastní tíha prvků a hmotnost střešního pláště, hmotnost obvodového pláště nebyla do modelu vnesena, jelikož je jeho tíha přenášena základy.

5 POPIS KONSTRUKCE

5.1 Opláštění

Střešní plášť je z panelů Kingspan KS 1000 RW 60 o objemové tíze 10,13 kg/m². Celková tloušťka panelu je 90 mm a tloušťka jádra 60 mm. O plášti se předpokládá, že je dostatečně tuhý a tuze připojený k vaznici, aby přenášel síly vzniklé klopením vaznice.

Obvodový plášť je tvořen panely Kingspan KS 1000 AWP s tloušťkou jádra 60 mm. Tloušťka plášťů byla volena podle klimatických sil a vzdáleností paždíků/vaznic. Osová vzdálenost obou prvků je 2 m.

5.2 Vaznice

Vaznice je prostě uložena na hlavní nosník, je prováděna z profilu IPE 140. Připevnění mezi pláštěm i hlavním nosníkem bude provedeno šroubovým spojem do pásnice vaznice.

5.3 Vazníky

Vazník je příhradový o délce 20 m a výšce 2 m, tvořený trubkovými profily. Horní pás je připevněn kloubově na sloup. Dolní pás je zakončen posuvnou podporou, aby bylo umožněno kloubové uložení celého vazníku.

Z důvodu přepravy byl vazník rozdělen na 3 montážní dílce. Krajní dílce jsou osově symetrické o půdorysné délce 7 200 mm. Připojení na středový dílec je provedeno montážními spoji plech na plech tloušťky 6 mm. Plechy jsou přivařeny na horní i dolní pás. Mezilehlá diagonála je připojena čepy. Střední dílec má půdorysnou délku 6 000 mm.

Dolní pás je tvořen profilem TR 139,7 x 4, horní pás TR 101,6 x 3,2, diagonály TR 76,1 x 3,2 a svislice TR 42,4 x 3,2. Styčník je proveden svarovým připojením mezilehlých prvků na průběžný dolní/horní pás.

5.4 Ztužidla

Veškerá ztužidla jsou navržena jako tahová, kruhového profilu.

Okapové ztužidlo je umístěno především kvůli vyrovnaní deformací jednotlivých sloupů o profilu 12 mm. Mezi krajními sloupy je umístěno

příčné svislé ztužidlo, které přebírá zatížení od podélného větru. Profil příčného svislého ztužidla je 16 mm. V úrovni připojení horního pásu vazníku na sloup ztužidlo přechází na vodorovné příčné ztužidlo o profilu 12 mm. Dolní pás vazníku je vyztužen podélným příhradovým ztužidlem přes celou délku konstrukce, toto ztužidlo snižuje kritickou délku dolního pásu a vyrovnává podélné deformace.

5.5 Sloupy

Sloupy v podélné stěně jsou profilu HEA 400, v podélném směru jsou uloženy kloubově, v příčném směru vetknuté. Ve štítové stěně jsou umístěny kyvné sloupky oboustranně kloubově uloženy o profilu IPE 200.

5.6 Povrchová úprava konstrukce

Veškeré ocelové prvky budou opatřeny ochranným nátěrem Siko Poxicolor Plus zajišťující ochranu proti korozi a dlouhou živnost konstrukce.

5.7 Údržba konstrukce

Celkový stav konstrukce je nutné zjišťovat pravidelnými prohlídkami odborně způsobilou osobou. Frekvence prohlídek bude minimálně jedenkrát za 5 let.

5.8 Montáž

Postup montáže:

- Vztyčení sloupů a nasazení do patních plechů
- Smontování hlavního nosníku
- Osazení vazníku na sloupy
- Připojení příčných ztužidel
- Montáž vaznic
- Montáž paždíků
- Osazení střešních a stěnových panelů

5.9 Výkaz materiálu

| Označení | Prvek | Průřez | Počet kusů | Celková délka [m] | jednotková [kg/m] hmotnost | celková[kg] hmotnost |
|----------|------------------|----------------|------------|-------------------|----------------------------|----------------------|
| 1 | Vaznice | IPE 140 | 88 | 528 | 129 | 68099 |
| 2 | Hlavní sloup | HEA 400 | 14 | 126 | 1248 | 157267 |
| 3 | Kyvný sloup | IPE 200 | 12 | 138 | 224 | 30852 |
| 4 | Horní pás | TR 101,6 x 3,2 | 7 | 142 | 78 | 11024 |
| 5 | Dolní pás | TR 139,7 x 4 | 7 | 140 | 134 | 18793 |
| 6 | Diagonála | TR 76,1 x 3,2 | 70 | 170 | 58 | 9782 |
| 7 | Svislice | TR 42,4 x 3,2 | 63 | 181 | 31 | 5598 |
| 8 | Svislé ztužidlo | R16 | 40 | 253 | 16 | 3992 |
| 9 | Střešní ztužidlo | R12 | 20 | 144 | 9 | 1277 |
| 10 | Okapové ztužidlo | R12 | 22 | 139 | 9 | 1233 |
| 11 | Paždík | UPE 200 | 140 | 840 | 25 | 20837 |